

SISTEM PENYELEKSI DAN PENGELOMPOKAN PRODUK BERDASARKAN WARNA BERBASIS *PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER*

Tommy Yang¹, Melisa Mulyadi²

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro – Fakultas Teknik
Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya – Jakarta
e-mail: ²melisa.mulyadi@atmajaya.ac.id

ABSTRAK

Menghadapi persaingan dalam dunia usaha mendorong produsen seperti *bluetooth speaker* untuk membuat produknya dengan berbagai warna yang menarik. Untuk mengelompokkan hasil produk sesuai warnanya dibutuhkan suatu sistem yang dapat memilah berdasarkan warna produk. Sistem ini dirancang dengan menggunakan *programmable logic controller* sebagai unit pengontrol, sistem pneumatik sebagai penggerak dan sensor warna serta mikrokontroler untuk mengolah keluaran sensor warna. Ada tiga warna produk yang dikelompokkan yaitu warna merah, biru dan hijau. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan sistem dapat memisahkan dan mengelompokkan barang berdasarkan warna produk.

Kata kunci: *Programmable logic controller*, pneumatik, sensor warna, mikrokontroler.

ABSTRACT

In order to make a product more attractive, some products such as Bluetooth speaker are designed with several attractive colours. Grouping of the products according to its colour needs a control system that can automatically assign each type to three different storage facilities. This system utilizes a colour sensor, programmable logic controller as its controller and a pneumatic mechanics as its actuator. It is proven that the prototype can group the products into three colour categories..

Keywords: *Programmable logic controller, pneumatic, colour sensor, microcontroller.*

PENDAHULUAN

Persaingan yang ketat di dunia industri mendorong produsen suatu produk untuk berinovasi yang dapat menarik minat konsumennya. Selain memperbaiki kualitas produk, variasi warna pada produk yang dihasilkan juga dapat meningkatkan penjualan. Sebagai contoh

pada peralatan elektronik seperti *speaker bluetooth* ada yang berwarna merah, biru dan sebagainya.

Di industri, peralatan yang akan dipasarkan dikemas dan dimasukkan ke dalam kotak dus. Untuk mengetahui warna produk yang terdapat dalam kemasan maka pada dus pembungkus

diberikan stiker warna sesuai warna produknya. Oleh karena itu barang-barang tersebut harus dikelompokkan dulu sesuai dengan warna produknya agar dapat diketahui jumlah barang untuk setiap warnanya dan memudahkan penyimpanan.

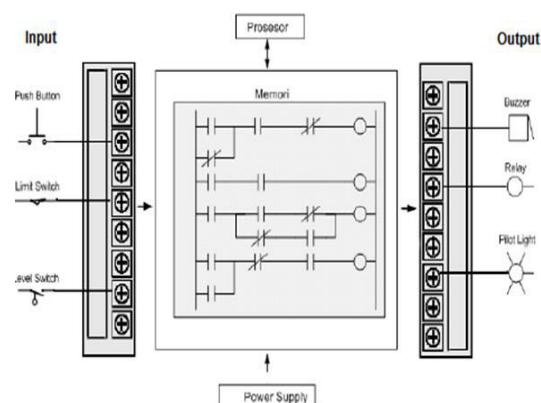
Untuk itu dibutuhkan sistem yang dapat menyeleksi produk berdasarkan warna dari stiker yang ditempelkan pada dus kemudian dikelompokkan sesuai warnanya. Sistem penyeleksi dan pengelompokan barang berdasarkan warna ini dirancang menggunakan *Programmable Logic Controller* (PLC) sebagai pengendali dan sistem pneumatik sebagai penggerak.

TEORI DASAR

A. Programmable Logic Controller

Programmable Logic Controller (PLC) merupakan suatu sistem peralatan yang digunakan untuk mengontrol suatu peralatan atau sistem lain menggunakan suatu rangkaian logika yang dapat diprogram sesuai kebutuhan [7].

Perangkat keras pada PLC pada dasarnya tersusun dari 4 komponen utama yaitu prosesor, *power supply*, memori, dan modul *input/output*. Gambar 1 menunjukkan arsitektur komponen utama PLC.



Gambar 1 Arsitektur PLC [8]

Prosesor berfungsi sebagai pusat pengolahan dari suatu sistem kendali, sinyal *input* akan diproses sesuai dengan program yang telah dibuat. Memori berfungsi untuk menyimpan program yang telah dibuat. Modul *input* berfungsi untuk menerima sinyal *input* kemudian diteruskan ke prosesor untuk diproses. Modul *output* berfungsi sebagai penerima sinyal dalam bentuk sinyal digital dari prosesor untuk mengaktifkan aktuator [8].

B. Ladder Diagram

Ladder diagram merupakan bahasa pemrograman yang paling umum digunakan di segala tipe dan merk PLC. Bagian utama dari *ladder diagram* yaitu [4]:

1. *Bus bar* merupakan garis tebal vertikal di sisi kiri dan kanan dari *ladder diagram* yang merupakan simbol dari kutub positif dan kutub negatif yang akan mengalirkan listrik ke komponen yang dipasang pada *ladder diagram*.
2. *Input* merupakan sinyal *input* yang berasal dari luar PLC. Biasanya dilambangkan dengan kontak *normally open* atau *normally close*. *Input* biasanya dilambangkan dengan huruf I.
3. *Output* merupakan hasil *output* dari PLC yang bisa berupa *output* digital atau *output* analog. *Output* ini biasanya dilambangkan dengan huruf Q.
4. *Counter* digunakan untuk menghitung jumlah sinyal *input* yang masuk pada *counter* tersebut.
5. *Timer* digunakan sebagai pewaktu pada PLC yang dapat digunakan untuk mengontrol *output*.

C. Sistem Pneumatik

Sistem pneumatik mirip dengan sistem kontrol listrik. Jika sumber energi sistem kontrol berasal dari tenaga listrik yang diperoleh dari catu daya maka sistem pneumatik menggunakan udara bertekanan sebagai sumber energi.

Udara bertekanan ini dihasilkan oleh kompresor 5].

Sistem pneumatik mempunyai 3 komponen utama yaitu:

1. Catu daya

Penggunaan sistem pneumatik memerlukan udara bertekanan yang memadai dan memiliki kualitas yang baik. Pasokan energi biasanya didapat dari kompresor.

2. Elemen kontrol (Sensor)

Elemen control terdiri dari katup kontrol arah (*directional control valve*) dan *flow control valve*. Katup berfungsi untuk mengatur arah angin yang dialirkan ke beban sedangkan *flow control valve* untuk mengatur kecepatan angin yang masuk ke beban [1].

Ada beberapa jenis katup kontrol arah dilihat dari jumlah lubang saluran udara dan posisi kerjanya. Jenis tersebut dibedakan menggunakan penandaan angka, misalnya katup 2/2, katup 3/2, dan katup 5/3 [5].

3. Elemen kerja (Aktuator)

Aktuator merupakan bagian akhir dari sistem pneumatik yang berfungsi mengubah angin bertekanan menjadi kerja. Aktuator yang sering digunakan dalam industri berupa silinder yang terdiri dari:

a. Silinder kerja tunggal

Silinder kerja tunggal adalah aktuator yang digerakkan oleh udara bertekanan pada satu sisi saja sehingga hanya menghasilkan kerja dalam satu arah. Untuk gerak baliknya digunakan tenaga yang didapat dari pegas yang telah terpasang di dalam silinder tersebut [6].

b. Silinder kerja ganda

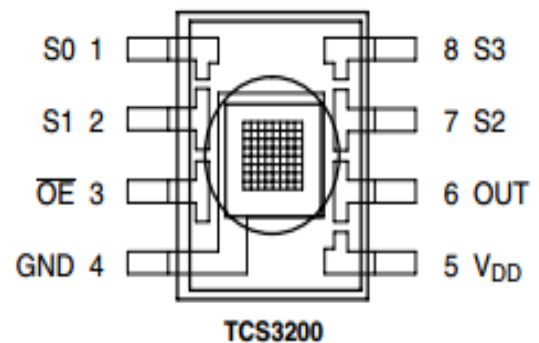
Silinder kerja ganda ini digunakan bukan hanya untuk melakukan kerja arah maju saja tetapi juga pada gerakan mundur [6].

c. Silinder penjepit

Penjepit atau *clamp* ini berfungsi untuk menjepit komponen jika mendapatkan *supply* udara bertekanan, penjepit akan menjepit komponen. Bila *supply* udara bertekanan dihentikan maka penjepit ini akan membuka dan melepaskan komponen yang dijepitnya [7].

D. Sensor Warna TCS 3200

Sensor warna TCS 3200 merupakan konverter yang diprogram untuk mengubah warna menjadi frekuensi. Sensor warna TCS 3200 terdiri dari fotodiode yang disusun secara *array* 8x8 dengan susunan 16 fotodiode untuk filter warna merah, 16 fotodiode untuk filter warna hijau, 16 fotodiode untuk filter warna biru dan 16 fotodiode tanpa filter. Konfigurasi sensor warna TCS 3200 dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Sensor warna TCS 3200

Penggunaan filter warna dapat diatur pada pin S2 dan S3 sedangkan skala frekuensi *output* diatur pada pin S0 dan S1. Konfigurasi pin dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2

Tabel 1 Skala frekuensi *output* TCS 3200

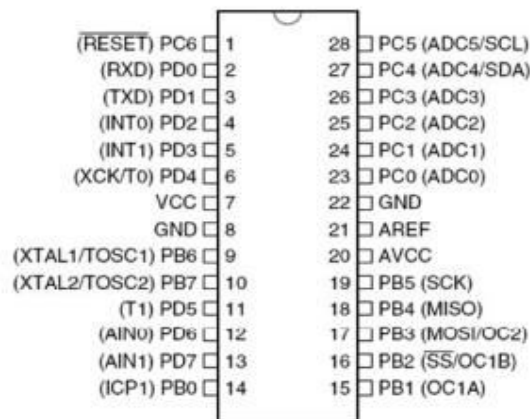
S0	S1	Skala frekuensi <i>output</i>
L	L	Power Down
L	H	2%
H	L	20%
H	H	100%

Tabel 2 Tipe *filter* TCS 3200

S2	S3	Tipe <i>Filter</i>
L	L	Merah
L	H	Biru
H	L	<i>Clear</i>
H	H	Hijau

E. Mikrokontroler ATMEGA8

AVR ATMEGA8 adalah mikrokontroler CMOS 8-bit yang memiliki memori sebesar 8 *kilobyte*. Mikrokontroler dengan konsumsi daya rendah ini mampu mengeksekusi instruksi dengan kecepatan maksimum 16MIPS pada frekuensi 16MHz. ATMEGA8 hanya dapat bekerja pada tegangan antara 4,5 – 5,5 V. konfigurasi pin dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Konfigurasi pin ATMEGA8

PERANCANGAN SISTEM

A. Konsep perancangan

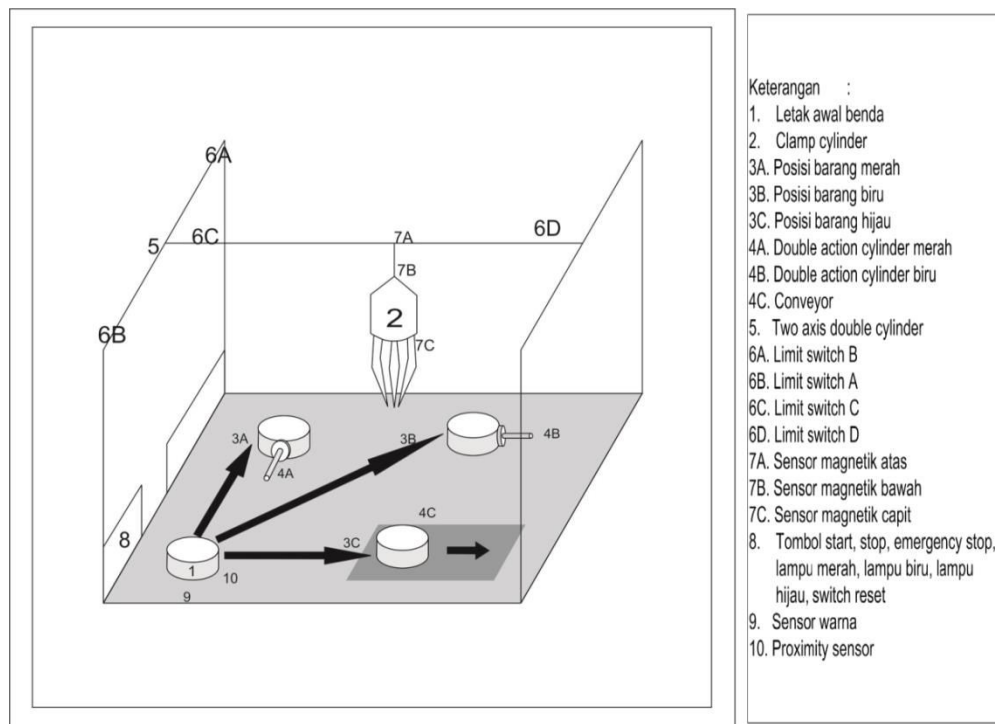
Sistem penyeleksi dan pengelompokan barang berdasarkan warna menggunakan PLC Siemens S7-300 dan sistem pneumatik sebagai aktuator. Tampak depan sistem penyeleksi dan pengelompokan barang berdasarkan warna dapat dilihat pada Gambar 4.

Pada sistem terdapat 3 tombol yang digunakan sebagai:

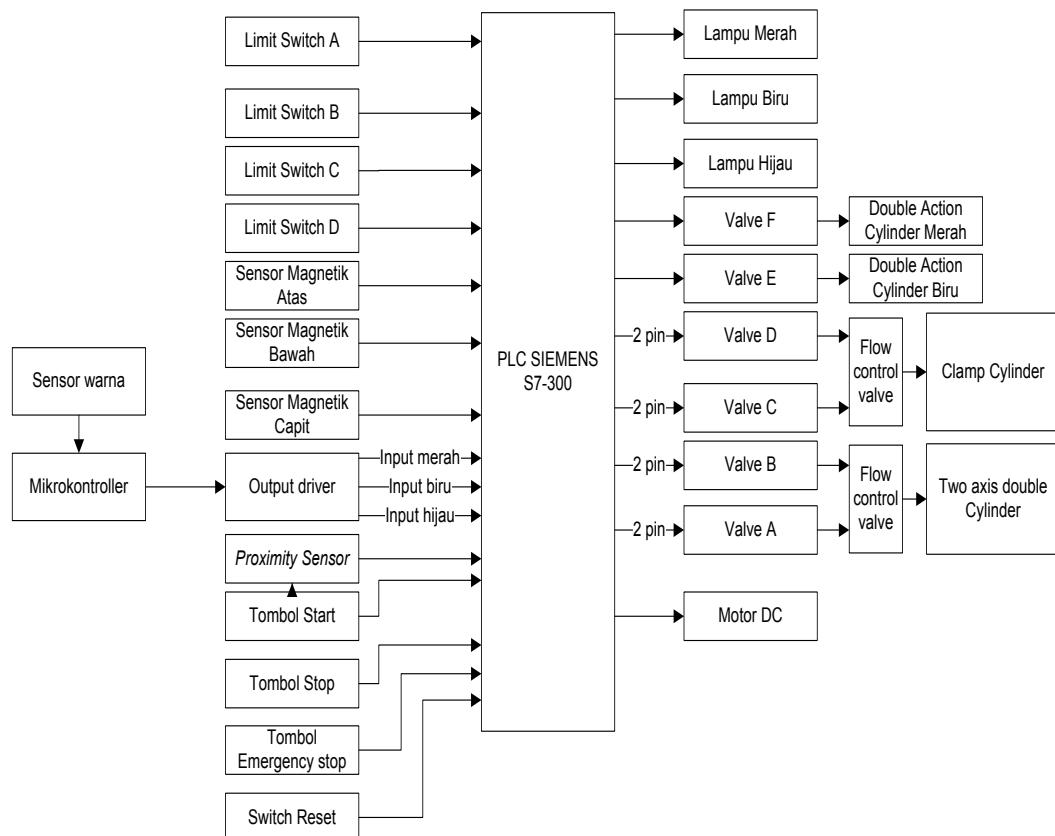
1. Tombol *start* untuk mengaktifkan sistem.
2. Tombol *stop* untuk menghentikan sistem jika sistem sudah selesai memindahkan barang sampai di posisi penampungan.
3. Tombol *Emergency stop* digunakan jika terjadi kesalahan pada sistem dan membuat sistem langsung berhenti.

Jika operator menekan tombol *start*, maka sistem akan melakukan:

1. Lampu *start* akan menyala sebagai tanda sistem sedang berjalan.
2. Pemeriksaan apakah ditempat awal ada barang. Jika ada maka sistem akan memeriksa warna stiker pada dus menggunakan sensor warna.
3. Jika stiker berwarna merah maka cahaya yang ditangkap oleh fotodiode filter warna merah akan lebih banyak di bandingkan dengan fotodiode filter warna lain. *Output* fotodiode diterima oleh mikrokontroler untuk menentukan warna yang dideteksi. Selanjutnya mikrokontroler akan memberikan *input* untuk menandakan warna merah pada PLC.
4. Sistem kemudian menurunkan *clamp cylinder* (CC) sampai magnetik sensor bawah (MSB) aktif, kemudian menjepit dus sampai magnetik sensor capit (MS CAPIT) aktif dan menaikkan *clamp cylinder* sampai magnetik sensor atas (MSA) aktif. Dus yang sudah dijepit, dipindahkan ketempat penampungan dus merah dengan bantuan *two axis double cylinder* (TADC) dan *double action cylinder* (DAC). Untuk dus warna biru juga dilakukan hal yang sama sedangkan untuk dus warna hijau untuk sampai ketempat penampungan dus hijau digunakan *two axis double cylinder* dan *conveyor*. Diagram blok sistem dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 4 Tampak depan keseluruhan sistem



Gambar 5 Diagram blok sistem

B. Perancangan Perangkat Keras Sistem

PLC yang digunakan merupakan PLC Siemens S7-300. Berikut ini dijelaskan pengalamatan *input/output* dari PLC dan perancangan posisi peletakan barang dus.

B.1 Pengalamatan *input* dan *output* PLC

1. Dari Tabel 3 dapat dilihat alamat *input* yang terpakai sebanyak 14 alamat. Alamat yang digunakan dimulai dari alamat %I0.0-%I0.7 dan %I4.0-%I4.5.
2. Dari Tabel 4 dapat dilihat alamat *output* yang terpakai sebanyak 14 alamat. Alamat yang digunakan dimulai dari alamat %Q0.0-%Q0.7 dan %Q4.2-%Q4.7.

Tabel 3 Pengalamatan *input* PLC

Alamat	Fungsi
%I0.0	Tombol <i>start</i>
%I0.1	Tombol <i>stop</i>
%I0.2	Tombol <i>emergency stop</i>
%I0.3	<i>Input</i> warna merah
%I0.4	<i>Input</i> warna hijau
%I0.5	<i>Input</i> warna biru
%I0.6	<i>Limit switch</i> A (LSA) pendeteksi posisi <i>two axis double cylinder</i> (TADC) horisontal kanan
%I0.7	<i>Limit switch</i> B (LSB) pendeteksi posisi <i>two axis double cylinder</i> (TADC) horisontal kiri
%I4.0	<i>Limit switch</i> C (LSC) pendeteksi posisi <i>two axis double cylinder</i> (TADC) vertikal bawah
%I4.1	<i>Limit switch</i> D (LSD) pendeteksi posisi <i>two axis double cylinder</i> (TADC) vertikal atas
%I4.2	Magnetik sensor pendeteksi posisi atas (MSA) <i>clamp cylinder</i> (CC)
%I4.3	<i>Proximity</i> pendeteksi keberadaan benda
%I4.4	Magnetik sensor pendeteksi posisi turun (MSB) <i>clamp cylinder</i> (CC)
%I4.5	Magnetik sensor pendeteksi posisi <i>clamp cylinder</i> (CC) sedang dalam kondisi mencapit (MS CAPIT)

Tabel 4 Pengalamatan *output* PLC

Alamat	Fungsi
%Q0.0	Terhubung dengan <i>valve</i> A (1) menggeser TADC dari bawah ke atas (X1)
%Q0.1	Terhubung dengan <i>valve</i> A (2) menggeser TADC dari atas ke bawah (X2)
%Q0.2	Terhubung dengan <i>valve</i> B (1) menggeser TADC kanan ke kiri (Y1)
%Q0.3	Terhubung dengan <i>valve</i> B (2) menggeser TADC DC kiri ke kanan (Y2)
%Q0.4	Terhubung dengan <i>valve</i> C (1) menggeser CC naik
%Q0.5	Terhubung dengan <i>valve</i> C (2) menggeser CC turun
%Q0.6	Terhubung dengan <i>valve</i> D (1) untuk gerak caput CC
%Q0.7	Terhubung dengan <i>valve</i> D (2) untuk gerak melepas caput CC
%Q4.2	Terhubung dengan motor DC
%Q4.3	Terhubung dengan <i>valve</i> E untuk mendorong (DAC) merah
%Q4.4	Terhubung dengan <i>valve</i> F untuk mendorong (DAC) biru
%Q4.5	Terhubung dengan lampu on
%Q4.6	Terhubung dengan lampu <i>stop</i>
%Q4.7	Terhubung dengan lampu <i>emergency stop</i>

B.2 Perancangan posisi peletakan barang dus

Sistem ini dirancang mampu bergerak keempat posisi yaitu posisi awal, posisi merah, posisi hijau dan posisi biru. Sistem dapat menentukan posisi dengan menggunakan kombinasi *limit switch* yang aktif. Kombinasi *limit switch* dapat dilihat pada Tabel 5

Tabel 5 Kombinasi *limit switch*

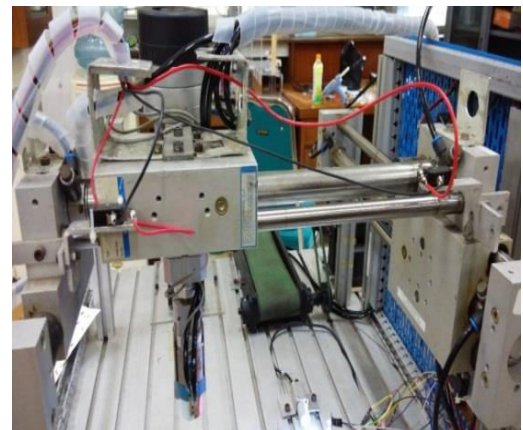
LSA	LSB	LSC	LSD	Keterangan
✓	X	✓	X	Posisi Awal
X	✓	✓	X	Posisi merah
X	✓	X	✓	Posisi hijau
✓	X	X	✓	Posisi biru

B.3 Perancangan mekanik sistem

Sistem pneumatik yang dirancang terdiri dari beberapa komponen yaitu:

1. *Two axis double cylinder* terdiri dari dua buah pneumatik. Penggerak horisontal berukuran 15 cm x 11 cm x 6 cm dengan batasan gerakan 14 cm. Penggerak vertikal berukuran 15 cm x 3 cm x 5 cm dengan batasan gerakan 19 cm. Empat buah selang saluran udara berdiameter 6 mm yang digunakan sebagai *input* udara dari *valve*. *Two axis double cylinder* digunakan untuk memindahkan barang dari posisi awal ke posisi merah, posisi hijau atau posisi biru.
2. *Clamp cylinder* berdiameter 9 cm dan panjang 45 cm digunakan untuk mengangkat dus setinggi 10 cm dan mencapit benda berdiameter 3 cm. Empat buah lubang saluran udara berdiameter 6 mm yang digunakan sebagai *input* udara dari *valve*.
3. Delapan buah *flow control valve* yang digunakan untuk mengatur besar udara yang masuk ke *two axis double cylinder* dan *clamp cylinder* sehingga kecepatan gerak dapat diatur.

Mekanik sistem pneumatik digunakan untuk mengangkat barang setinggi 10 cm dan memindahkan barang tersebut dengan panjang jalur horisontal 14 cm dan gerak vertikal 19 cm. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7.

Gambar 6 *Clamp cylinder* posisi naikGambar 7 *Two axis cylinder* tampak samping

PENGUJIAN SISTEM

Pengujian sistem akan dibagi menjadi 2, yaitu pengujian sistem pneumatik dan pengujian program.

A. Pengujian sistem pneumatik

Pengujian dilakukan dengan membuat program PLC untuk mengendalikan *valve*.

A.1 Pengujian *valve* A dan *valve* B

Pengujian ini dilakukan dengan cara memberi input logika 1 pada masing-masing *valve*. *Valve* A dan *valve* B digunakan untuk gerakan vertikal dan horisontal TADC. Pengujian dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5 Pengujian *valve A*

Valve A (1)	Valve A (2)	Keterangan
0	0	TADC diam
0	1	TADC bergerak dari atas ke bawah
1	1	TADC diam
1	0	TADC dari bawah ke atas

Tabel 6 Pengujian *valve B*

Valve B (1)	Valve B (2)	Keterangan
0	0	TADC diam
0	1	TADC bergerak dari kiri ke kanan
1	1	TADC diam
1	0	TADC bergerak dari kanan ke kiri

A.2 Pengujian *valve C* dan *valve D*

Pengujian ini dilakukan dengan cara memberi input logika 1 pada masing-masing *valve*. *Valve C* dan *valve D* digunakan untuk gerakan naik turun dan mencapit *clamp cylinder*. Pengujian dapat dilihat pada Tabel 7 dan Tabel 8.

Tabel 7 Pengujian *valve C*

Valve C (1)	Valve C (2)	Keterangan
0	0	CC diam
0	1	CC bergerak turun
1	1	CC diam
1	0	CC bergerak naik

Tabel 8 Pengujian *valve D*

Valve D (1)	Valve D (2)	Keterangan
0	0	CC diam
0	1	CC melepas capit
1	1	CC diam
1	0	CC mencapit

A.3 Pengujian *valve E* dan *valve F*

Pengujian ini dilakukan dengan cara memberi logika 1 pada masing-masing *valve*. *Valve E* digunakan untuk mengaktifkan DAC merah. *Valve F*

digunakan untuk mengaktifkan DAC biru. Pengujian dapat dilihat pada Tabel 9 dan Tabel 10.

Tabel 9 Pengujian *valve E*

Valve E	Keterangan
0	DAC merah tidak aktif
1	DAC merah aktif

Tabel 10 Pengujian *valve F*

Valve F	Keterangan
0	DAC biru tidak aktif
1	DAC biru aktif

B. Pengujian Program

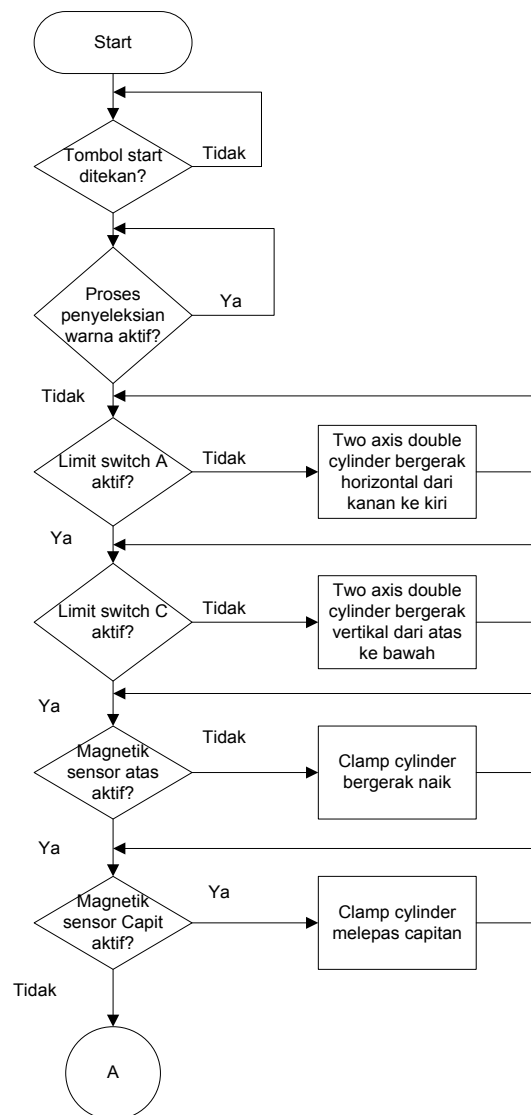
Bahasa yang digunakan pada PLC adalah *ladder diagram* dan program yang digunakan adalah *Totally Integrated Automation v13* (TIA v13).

Pengujian dilakukan dengan menghubungkan *input* berupa *limit switch*, magnetik sensor, sensor warna, *proximity sensor* dan menghubungkan *output* PLC dengan *valve* dan motor DC.

B.1 Pengujian posisi awal

Proses dimulai dengan mengaktifkan tombol *start* kemudian sistem akan menggerakkan sistem pneumatik ke posisi awal.

Gambar 8 diagram alir posisi awal menunjukkan pada saat tombol *start* ditekan, sistem akan menggerakkan pneumatik ke posisi *limit switch A* dan *limit switch C*. Selanjutnya sistem menggerakkan pneumatik ke posisi melepas capit dan menaikan capit seperti yang dibuat pada diagram alir posisi awal. Program yang menunjukkan posisi awal dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 8 Diagram alir posisi awal

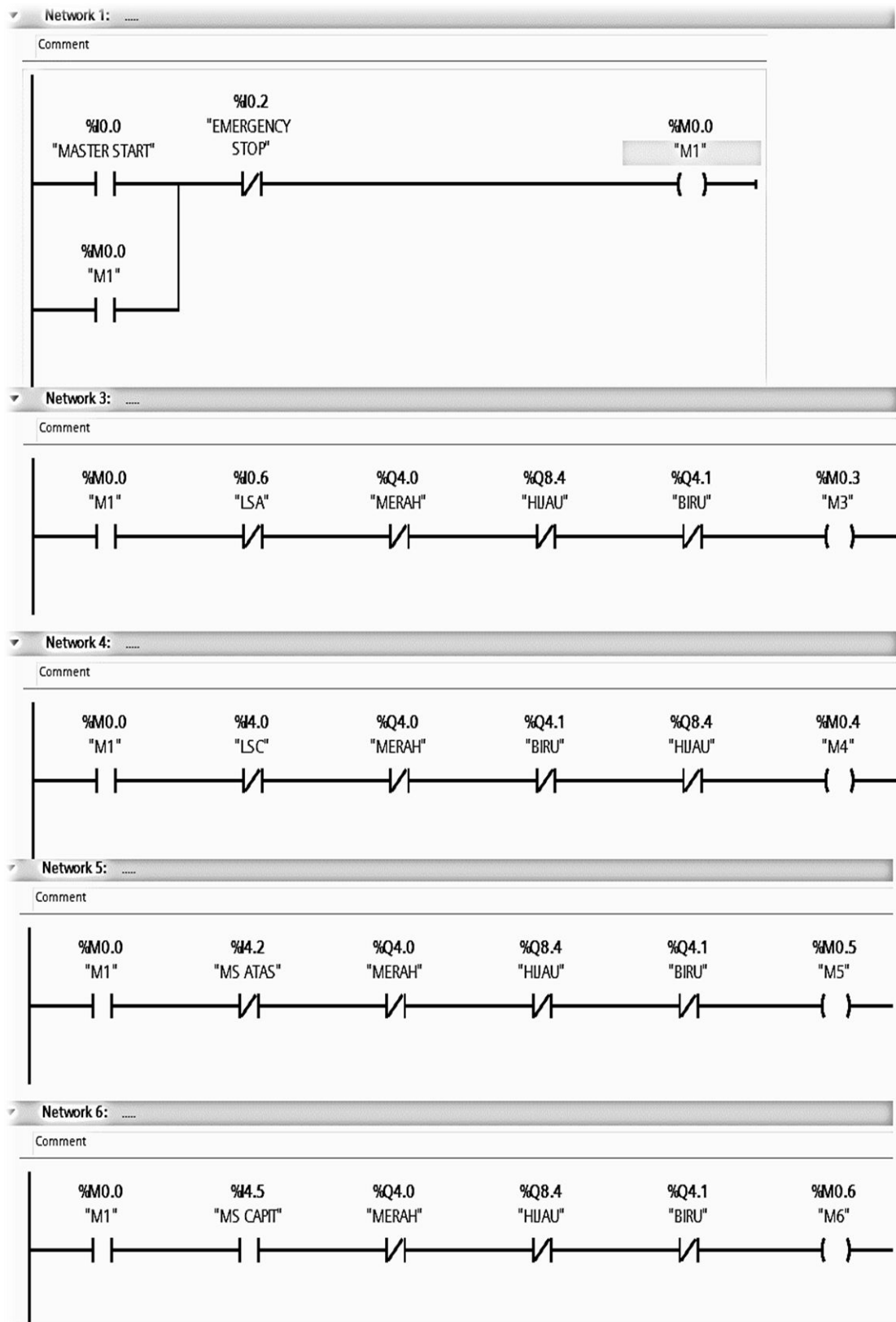
B.2 Pengujian program penyeleksian warna

Pada program dilakukan pemeriksaan *limit switch*, magnetik sensor dan proximity sensor yang menjadi syarat dimulainya proses penyeleksian warna seperti yang ditunjukkan pada Tabel 11.

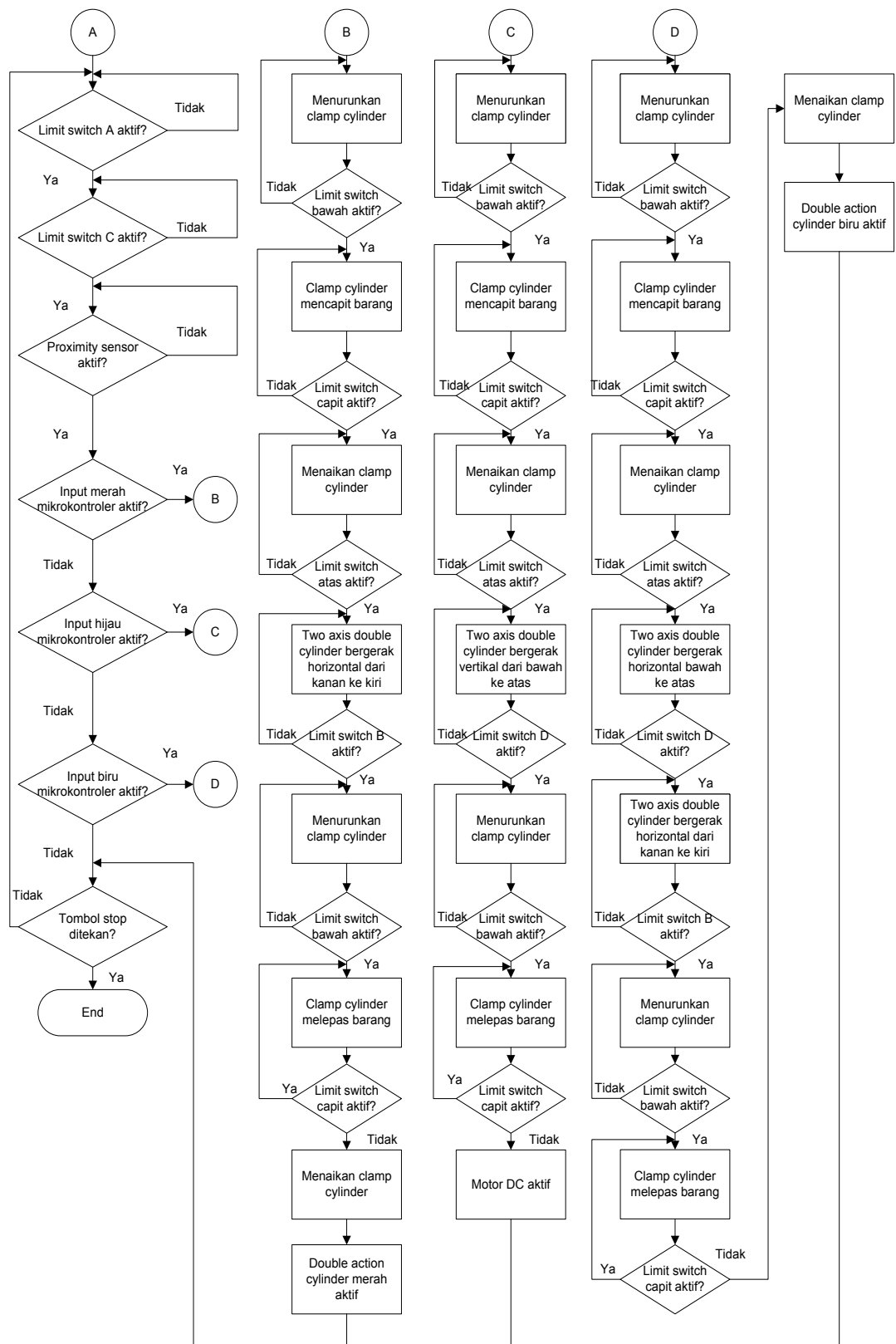
Tabel 11 Syarat sistem aktif

LS A	LS C	Proximity Sensor	Keterangan Sistem
X	X	X	Off
X	X	✓	Off
X	✓	✓	Off
✓	✓	✓	On

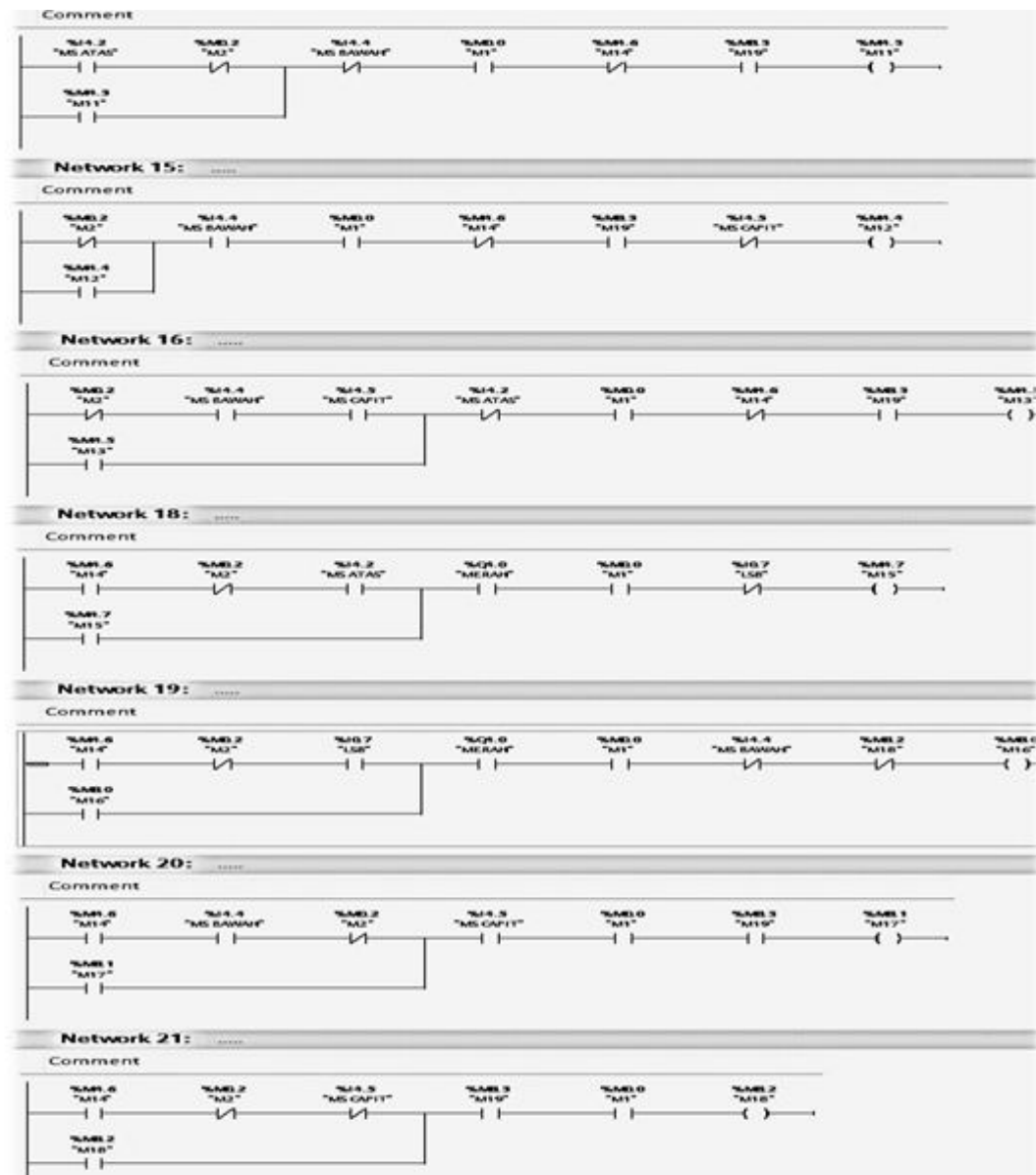
Gambar 10 diagram alir penyeleksi dan pengelompokkan barang menunjukkan pada saat LSA, LSC, *proximity sensor* aktif dan sistem menerima input merah dari mikrokontroler maka sistem akan mengaktifkan *two axis double cylinder* untuk mengangkat, mencapit dan memindahkan barang merah secara sekuensial ketempat penampungan barang merah dengan bantuan *limit switch B*, magnetik sensor atas, magnetik sensor bawah, dan magnetik sensor capit. Selanjutnya sistem akan mengaktifkan *double action cylinder* merah untuk memindahkan barang merah. Ketika sistem menerima input hijau dari mikrokontroler, proses yang dilakukan sama seperti warna merah hanya saja yang membedakan sistem akan akan memindahkan barang ke tempat penampungan hijau dengan bantuan *limit switch D* dan mengaktifkan motor DC untuk memindahkan barang hijau. Ketika sistem menerima input biru dari mikrokontroler, maka sistem akan memindahkan barang ke tempat penampungan biru dengan bantuan *limit switch B*, *limit switch D* dan mengaktifkan *double action cylinder* biru untuk memindahkan barang biru. Program pemindahan barang merah, biru dan hijau dapat dilihat pada Gambar 11, Gambar 12 dan Gambar 13.



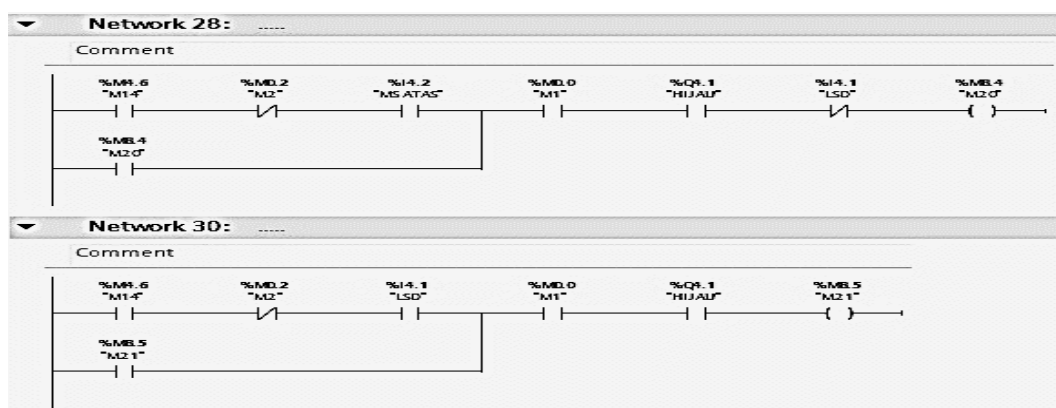
Gambar 9 Program posisi awal



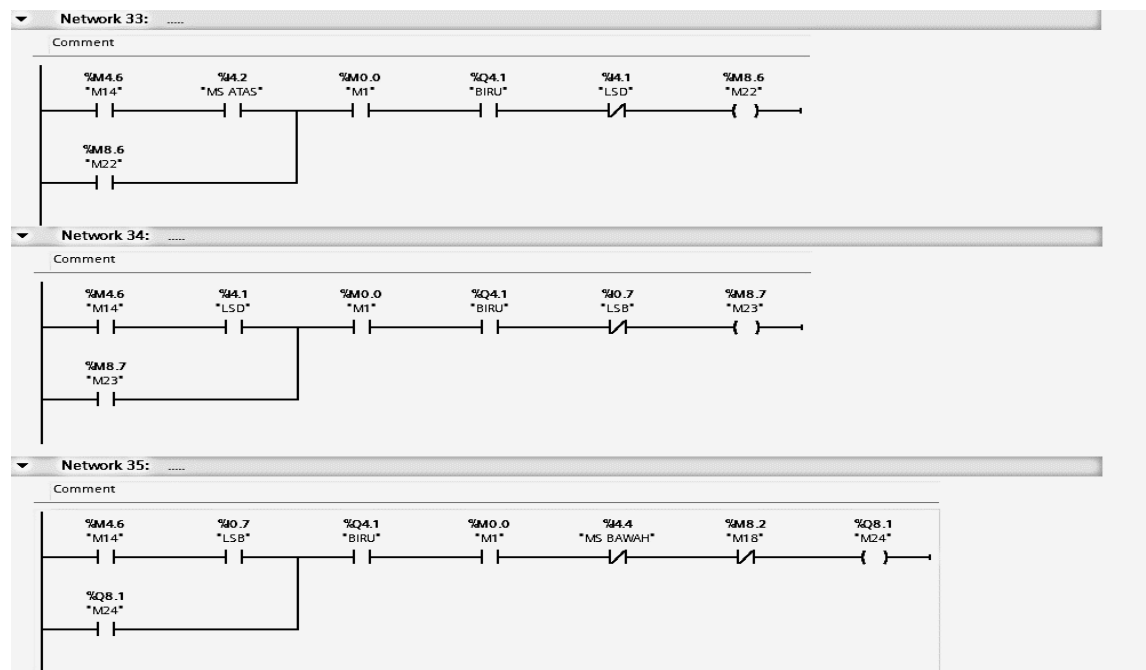
Gambar 10 Diagram alir penyeleksi dan pengelompokan barang



Gambar 11 Pemindahan barang merah



Gambar 12 Pemindahan barang hijau



Gambar 13 Pemindahan barang biru

C. Pengujian Sensor Warna

Pengujian sensor warna dilakukan dengan mengukur tegangan pada *port* B1 yang menandakan warna hijau, *port* B2 yang menandakan warna biru dan *port* B3 yang menandakan warna merah. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 12.

Jika sensor mendeteksi warna merah maka tegangan keluaran *port* B3 (merah) menjadi sekitar 24 V. Jika sensor mendeteksi warna hijau *port* B1 bertegangan 24 V demikian untuk warna biru, maka *port* B2 bertegangan 24 V.

Tabel 12 Hasil pengujian tegangan sensor warna

Peng-ujian	Warna benda	Tegangan (V)		
		<i>Port</i> B1 (Hijau)	<i>Port</i> B2 (Biru)	<i>Port</i> B3 (Merah)
1	Hijau	24,10	0,11	0,11
2	Hijau	24,08	0,10	0,12
3	Hijau	24,05	0,12	0,13
4	Biru	0,15	24,01	0,15
5	Biru	0,13	24,03	0,16
6	Biru	0,16	24,07	0,17
7	Merah	0,17	0,13	24,02
8	Merah	0,20	0,15	24,05
9	Merah	0,18	0,11	24,02

D. Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan sistem dilakukan dengan menguji pendeteksian barang sesuai dengan warna dan pergerakan *two axis double cylinder* dan *clamp cylinder* ke posisi yang sudah ditentukan.

Keberhasilan pengujian keseluruhan sistem ini sangat bergantung oleh keberhasilan mendeteksi warna sesuai dengan warna barang. Berdasarkan Tabel 13 tingkat keberhasilan pengujian ini sebesar 89% dari 9 kali pengujian dengan 8 kali berhasil dan 1 kali mengalami kegagalan. Keberhasilan ditandai dengan sistem berhasil menyeleksi dan memindahkan barang sesuai dengan warna. Faktor yang mempengaruhi kegagalan dalam pengujian adalah kesalahan pembacaan warna oleh sensor warna karena letak barang kurang berdekatan dengan sensor warna. Jarak maksimal pendeteksian dari sensor warna 2 cm sehingga jika jarak deteksi lebih dari 2 cm maka sensor warna mendeteksi sebagai warna merah yaitu warna *default* sensor warna yang dirancang. Sensor

warna membaca warna merah sebagai warna *default* karena pada cahaya ruangan lebih banyak terdapat warna merah dibandingkan dengan warna biru dan hijau.

Tabel 13 Pengujian keseluruhan sistem

No	Warna Barang	Keterangan
1	Merah	Berhasil dipindahkan ke posisi merah
2	Merah	Berhasil dipindahkan ke posisi merah
3	Merah	Berhasil dipindahkan ke posisi merah
4	Biru	Berhasil dipindahkan ke posisi biru
5	Biru	Berhasil dipindahkan ke posisi biru
6	Biru	Berhasil dipindahkan ke posisi biru
7	Hijau	Berhasil dipindahkan ke posisi hijau
8	Hijau	Gagal dipindahkan ke posisi hijau
9	Hijau	Berhasil dipindahkan ke posisi hijau

SIMPULAN

Dari hasil perancangan, pembuatan dan pengujian sistem penyeleksi dan pengelompokkan barang berdasarkan warna dapat disimpulkan:

1. Rangkaian sensor warna mampu membedakan barang warna merah, warna biru dan warna hijau.
2. Dari pengujian keseluruhan sistem sebanyak 9 kali, nilai keberhasilan sistem mencapai 89%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bolton, W. 2004. *Programmable Logic Controller (PLC): Sebuah Pengantar*. Jakarta : Erlangga.
- [2] Croser, P. 2002. *Pneumatiks Basic Level*. Denkendrof: Festo.
- [3] <http://agfi.staff.ugm.ac.id/blog/index.php/2009/01/plc-diagram-tangga-ladderdasar.2009>. (<http://agfi.staff.ugm.ac.id/blog/index.php/2009/01/plc-diagram-tangga-ladder-dasar> diakses 24 april 2014).

c-diagram-tangga-ladder-dasar di akses 24 april 2014).

- [4] [http://industri.ums.ac.id/sites/default/files/materi/elektronikaindustri.2013.ProgrammableLogicController\(PLC\).](http://industri.ums.ac.id/sites/default/files/materi/elektronikaindustri.2013.ProgrammableLogicController(PLC).) (<http://industri.ums.ac.id/sites/default/files/materi/elektronikaindustri> diakses 24 april 2014).
- [5] <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/18466/3/Chapter%20II.pdf>. 2013. *Dasar-DasarPneumatik*.
- [6] <http://student.eepisits.edu/~irwan/materi%20elin%202/BAB2EI2.Pneumatik.pdf>. 2014. *Pneumatik*. (<http://student.eepisits.edu/~irwan/materi%20elin%202/BAB2-EI2> diakses 24 april 2014).
- [7] Said, H. 2012. *Aplikasi Programmable Logic Controller dan Sistem Pneumatik pada Manufaktur Industri*. Yogyakarta: Andi Yogyakarta.
- [8] Setiawan, I. 2006. *Programmable Logic Controller dan Teknik Perancangan Sistem Kontrol*. Yogyakarta : Andi Yogyakarta.